

Das tragische Unglück der „Italia“ – Messungen der kosmischen Strahlung im Luftschiff: Ein spektakulär gescheiterter Versuch und seine Auswirkungen

von Vanessa Cirkel-Bartelt¹

Zusammenfassung: Nach der Amundsen-Ellsworth-Nobile Expedition 1926, der ersten erfolgreichen Polarexpedition in einem Luftschiff, an der auch einige Physiker und Meteorologen beteiligt gewesen waren, schienen Luftschiffe ein geeignetes Mittel zu sein, um Strahlungsmessungen in der freien Atmosphäre durchzuführen. Das Scheitern von Nobiles eigener Expedition 1928 bewies nicht nur das Gegenteil, sondern scheint bestehende Trends in der Höhenstrahlungsforschung – weg von der klassischen Feldforschung – noch bestärkt zu haben.

Abstract: After the Amundsen-Ellsworth-Nobile expedition 1926, the first successful polar expedition in an airship that had been accompanied by physicists and meteorologists, airships seemed to be a suitable means to conduct radiation measurements in the free atmosphere. The shipwreck of Nobile's own expedition did not only prove the contrary, but rather seems to have intensified existing tendencies in cosmic ray studies – bringing an end to traditional field research.

EINLEITUNG

Als am 25. Mai 1928 das italienische Luftschiff „Italia“ auf dem Rückflug vom Nordpol auf dem Packeis havarierte, war dies nicht nur eine Tragödie in deren Folge Menschen starben und im ewigen Eis verschollen sind. Unbemerkt von den Beteiligten und einer erregten Öffentlichkeit, die den teilweise ebenfalls tragisch scheiternden Rettungsbemühungen in der Tagespresse folgte, wurden durch dieses Ereignis auch die Weichen gestellt für wissenschaftliche Entwicklungen, die die physikalische Forschungslandschaft des 20. Jhd. nachhaltig beeinflussen sollten.

Obwohl die Erforschung der kosmischen Strahlung – gemeint ist hier die mit zeitgenössischen Instrumenten erfasste Strahlung aus geladenen Teilchen, die auch Ultra- oder Höhenstrahlung genannt wurde – in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts essentiellen Teil zur Weiterentwicklung der Radioaktivitätsforschung hin zu modernen physikalischen Disziplinen wie der Teilchenphysik beitrug, wurde und wird sie im historischen Diskurs oft marginalisiert. Der Grund dafür liegt sicher vor allem darin, dass spätestens ab den 1950er Jahren eine apparatebasierte Teilchenphysik im Großlabor die eher auf Feldforschung basierende Höhenstrahlungsforschung als wichtigste Basis für die Suche und Analyse neuer

Elementarteilchen ablöste und die Erforschung der kosmischen Strahlung für einige Jahrzehnte in Vergessenheit geriet. In den ersten Dekaden des 20. Jahrhunderts war die Gemeinschaft der Höhenstrahlungsforscher zunächst eng verwoben mit der Radioaktivitätsforschung und wurde nicht nur von renommierten Physikern, wie dem Nobelpreisträger Robert A. Millikan oder Arthur H. Compton betrieben, sondern auch von den Zeitgenossen selbst auch als „preiswürdig“ wahrgenommen (DE MARIA & RUSSO 1989), wie etwa der gemeinsame Nobelpreis in Physik im Jahr 1936 für Viktor F. Hess für den Nachweis der Existenz der Strahlung ein Vierteljahrhundert zuvor und für Carl D. Anderson für die Entdeckung des Positrons aus der Höhenstrahlung verdeutlicht. Die Erforschung der kosmischen Strahlung führte zur Postulierung und Entdeckung einer Reihe bis dahin unbekannter Elementarteilchen, der Entwicklung wichtiger Mess- und Auswertungsmethoden, sowie neuer Erkenntnisse der Eigenschaften elementarer Materie (CIRKEL-BARTELT 2013).

Dennoch begann sich bereits ab Beginn der 1930er Jahre abzuzeichnen, dass die herkömmliche Höhenstrahlungsforschung, wie sie seit der Jahrhundertwende üblich gewesen war – eine Arbeit, die sich methodisch aus der Experimentalphysik und teilweise der Meteorologie herleitete – in naher Zukunft ausgedient haben könnte. Obwohl diese Entwicklung naturgemäß Jahre andauerte und verschiedene Ursachen hatte, beleuchten die Ereignisse des Jahres 1928 schlaglichtartig, welchen Herausforderungen sich die Physiker gegenübersehen und wie ein einzelnes Ereignis als Katalysator einer langfristigen Änderung dienen kann. Auf den beiden in den 1920er Jahren durchgeführten Luftschiff-Expeditionen zum Nordpol wurden Messungen der kosmischen Strahlung durchgeführt. Dies scheinen nach heutiger Quellenlage die beiden einzigen Gelegenheiten gewesen zu sein, bei denen Physiker sich dieser Fluggeräte bedient haben, um Strahlungsmessungen in der Atmosphäre durchzuführen. Ihr Scheitern führte dazu, dass sich in diesem Teilgebiet der Physik ganz andere Trends durchsetzten und diese Art der Strahlungsmessung letztlich obsolet machten. Dieses Ereignis war damit ein wichtiger Wendepunkt bei der weiteren Entwicklung der physikalischen Teildisziplinen, bei der die Erforschung der kosmischen Strahlung auf Jahre ins Hintertreffen geraten sollte.

Keywords: Geschichte, Amundsen, Höhenstrahlungsforschung, Italia, Luftschiffe

doi:10.2312/polarforschung.88.1.1

¹ IZWT – Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, D-42119 Wuppertal
Erweiterter Vortrag gehalten auf dem Symposium „Erforschung der Arktis aus der Luft“ 6.–7. Oktober 2016 im Zeppelin-Museum Friedrichshafen.
Manuskript eingereicht: 10. Januar 2018; überarbeitet zum Druck angenommen 22. Mai 2018.

Historische Einordnung

Der Beginn der Höhenstrahlungsforschung war recht erfolgreich und gab wichtige Impulse in die neuentstehenden Disziplinen der Teilchenphysik und der Kosmologie. Zunächst war um die Jahrhundertwende ein Ionisationseffekt der

Atmosphäre entdeckt worden, der sich nicht restlos auf die unmittelbaren Quellen in der Umgebung zurückführen lässt. Dieser Resteffekt wurde daraufhin eingehender studiert und es verdichteten sich die Hinweise, dass der Effekt mit größerer Höhe, z.B. auf Türmen oder im Gebirge zunimmt und daher wohl irgendwie „von oben“ kommen müsse (WULF 1910, GOCKEL 1911). Der experimentelle Nachweis einer von oben kommenden Strahlung gelang 1912 (HESS 1912), doch war er zunächst noch nicht allgemein anerkannt, besonders nicht in der US-amerikanischen Community. In Europa setzte dagegen eine rege Forschertätigkeit ein (DE MARIA & RUSSO 1989, DE MARIA et al. 1991). Diese führte dazu, dass nicht nur viele Eigenschaften der Strahlung untersucht wurden, sondern es gab auch erste Mutmaßungen über mögliche Quellen dieser Strahlung. Walther Nernst postulierte 1921, dass sie aus „Sternenzerfall“ stamme und befeuerte damit die Diskussion, ob die Strahlung aus dem Weltall zur Erde kommen könne (NERNST 1921). Ab etwa 1925 galt der kosmische Ursprung der Höhen- oder Ultrastrahlung als allgemein anerkannt, es gab jedoch noch andauernde Kontroversen um die Art der Strahlung, ob es sich z.B. um Gammastrahlung oder geladene Teilchen handelte – tatsächlich existiert auch kosmische Gammastrahlung – doch die Möglichkeiten der damaligen Messmethoden deckten dieses Spektrum der Strahlung nicht ab. In den folgenden Jahren wurden auf dem Gebiet große Fortschritte erreicht. Ende der 1920er Jahre gelang es erstmals fotografische Aufnahmen von Teilchenspuren aus der Höhenstrahlung zu machen. Ab 1932 wurden mehr und mehr sowohl bis dahin unbekannte, als auch schon länger postulierte Teilchen mit Hilfe der Untersuchung der Strahlung entdeckt und am Ende des Jahrzehnts gelang es Pierre Auger und seinen Mitstreitern sogar, den Teilchenzerfall in Form von sogenannten Teilchenschauern experimentell nachzuweisen (AUGER et al. 1938).

Um zu verstehen, warum Physiker überhaupt kosmische Strahlung in einem Luftschiff messen wollten und das zudem auch noch am Nordpol, muss man die üblichen Untersuchungsmethoden der Höhenstrahlung näher beleuchten.

MESSMETHODEN UND SUCHE NACH ALTERNATIVEN

In der ersten Phase der Erforschung des so genannten Resteffekts spielten besonders Messungen in bemannten Ballonen eine große Rolle. Forscher nutzten sie, um zu beweisen, dass der Ionisationseffekt mit der Höhe nicht nur nicht abnahm, sondern sogar zunahm und mithin von oben kommen müsse (GOCKEL 1911, HESS 1912). Der Vorteil gegenüber Messungen auf hohen Türmen war nicht nur die absolute größere Höhe, sondern auch, dass es weniger störende Einflüsse, z.B. durch Baustoffe aus Metall gab. Für die Messungen im Ballon wurden eigene erschütterungssichere Elektrometer entwickelt, die an Bord abgelesen werden konnten (KOLHÖRSTER 1913). Die bemannten Ballonaufstiege hatten allerdings einige Nachteile; neben dem logistischen Aufwand, sowie der Wetterabhängigkeit, war es vor allem der Umstand, dass zuverlässige Messungen meist nur in einer einzelnen, stabilen Luftschicht möglich waren, der die Wissenschaftler nach Alternativen suchen ließ. Die wichtigste dieser Alternativen waren unbemannte Ballone. Ab etwa 1923 machte es der Fortschritt in der Instrumententechnik möglich, dass zunächst selbstregistrierende Apparate und später Fotoemulsions-Platten die Messungen aufzeichneten. Mit den Fotoplatten wurden nicht

mehr die Zeigerstände von Messinstrumenten aufgenommen, sondern die Spuren ionisierender Strahlung selbst, was die Messungen nicht nur weniger fehleranfällig machte, sondern auch zusätzliche Erkenntnisse über die Eigenschaften der Strahlung hervorbrachte. Die unbemannten Ballone konnten in noch größere Höhen aufsteigen, schon die ersten erreichten bis zu 15 km, spätere Modelle sogar bis zu 25 km. Auch die Reichweiten waren beträchtlich. Während die ersten Ballone noch durchschnittlich 30 bis 50 km weit flogen, konnten sie in den 1930er Jahren schon bis zu 200 km erreichen, was die Dauer der Messungen erheblich verlängerte. Die unbemannten Ballone bestanden dabei aus Ballontandems die mit Wasserstoff oder Helium gefüllt wurden: platzte die Hülle des einen Ballons, sank die Nutzlast an dem verbleibenden Ballon langsam zu Boden. Aufgrund der stetig wachsenden Reichweite war das Hauptproblem dieser Methode, dass die Messinstrumente manchmal nach langem Streckenflug bzw. in schwierigem Gelände wieder eingesammelt werden mussten. Trotz dieser Nachteile blieben unbemannte Ballone eine der wichtigsten Methoden, um die kosmische Strahlung zu erforschen (CIRKEL-BARTELT 2013).

Auch der Einsatz von Flugzeugen wurde zu diesem Zweck erprobt. Als besonders vorteilhaft galt, dass während eines Fluges Messungen in mehreren Luftschichten möglich waren, so dass Flüge relativ kurzfristig wiederholbar wurden. Da Flugzeuge lenkbar sind, waren sie flexibler als Ballone. So gab es nach dem Ersten Weltkrieg Versuche, Höhenstrahlungsmessungen in einem umgebauten Militärflugzeug durchzuführen (WIGAND 1921). Schon dabei zeigten sich jedoch gravierende Nachteile. Zum einen beeinflussten die Vibrationen der Maschine während des Fluges die Zuverlässigkeit der Messergebnisse. Die Abgase und die Rotation des Motors verursachten zudem eine elektrostatische Aufladung, die die Messungen verfälschte. Daher setzten sich Flugzeuge als Alternative zu bemannten Ballonen nicht durch.

DIE CHANCE: LUFTSCHIFFE AM NORDPOL

Die Bedeutung der Polarregionen für die Strahlungsforschung

Angesichts der Schwierigkeiten, die bei Messungen in anderen Flugapparaten auftraten, schien die Erprobung von Luftschiffen zu diesem Zweck naheliegend. Die Nordpol-Expeditionen waren aber nicht nur deshalb für Höhenstrahlungsforscher von Interesse. Die Polarregionen waren für die Höhenstrahlungsforscher ab Mitte der 1920er Jahre in den Fokus gerückt, da man sich von Messungen dort versprach, Antworten auf wichtige physikalische Fragen zu erhalten. Eine der wichtigsten war die nach der Art der Strahlung. Viele Forscher vermuteten, dass das Spektrum der von ihnen gemessenen Höhenstrahlung aus geladenen Teilchen bestand. Da geladene Teilchen in einem Magnetfeld und somit auch im Magnetfeld der Erde ablenkbar sind, wurde eine Abhängigkeit der Strahlung von der geographischen Breite postuliert, d.h. die Zunahme der Intensität der Strahlung an den Polen. Nachdem er einige Jahre theoretisch diskutiert wurde, gelang der endgültige Nachweis dieser Änderung der Strahlungsintensität 1932 (BRÜCHE 1931, COMPTON 1933). Stationäre Messungen nördlich des Polarkreises gab es spätestens ab 1929. Die dazu verwendete Messstation in Nordschweden war jedoch älter und hätte daher auch schon früher für Höhenstrah-

lungsmessungen zur Verfügung gestanden (CORLIN 1930). Warum die Station nicht eher zu diesem Zweck genutzt wurde muss gegenwärtig ein Forschungsdesiderat bleiben.

Die ersten Messungen in Luftschiffen und am Pol

Die erste Gelegenheit Höhenstrahlungsmessungen in Luftschiffen durchzuführen, kam mit der Amundsen-Ellsworth-Nobile Expedition. Mit dem Luftschiff „Norge“ überquerten der berühmte Polarforscher, sein amerikanischer Geldgeber und der italienische General und Luftschiffkonstrukteur mit ihrer Crew den Nordpol im Mai 1926. Hauptaufgabe der Expedition war die Suche nach unbekanntem Landmassen wie dem „Harris-Land“. Doch auch einige weitere meteorologische und physikalische Messungen an Bord des Luftschiffs waren eingeplant. Der tschechische Physiker Frantisek Běhounek, ein Schüler von Marie Curie, zeichnete verantwortlich für das Design der verwendeten Höhenstrahlungsapparate. Sein Engagement war nach eigener Auskunft auf eigene Initiative erfolgt. Man darf an dieser Stelle nicht außer Acht lassen, dass das wissenschaftliche Interesse an den Polarregionen auch immer Mittel zum Zweck für (nationale) politische Bestrebungen war (LAUNIUS et al. 2010). Angesichts der heftigen und äußerst öffentlichkeitswirksamen Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Teilen der Gemeinschaft der Erforscher der kosmischen Strahlung (DE MARIA & RUSSO 1989, DE MARIA et al. 1991), ist es plausibel anzunehmen, dass Běhounek nicht nur die offenen methodischen und grundlegenden Fragestellungen bearbeiten wollte, sondern auch ein Zeichen für die Bedeutung der europäischen Community setzen wollte. Für eine Bestätigung dieser Hypothese haben sich bisher jedoch nicht genug Quellenbelege finden lassen.

Běhounek scheint weder auf der Fahrt mit dem Luftschiff zum noch beim eigentlichen Überflug des Nordpols anwesend gewesen zu sein; allerdings war er wohl zeitgleich in der Königsbucht, heute Ny-Ålesund, auf Spitzbergen. Die Messungen im Luftschiff wurden vom schwedischen Meteorologen Finn Malmgren durchgeführt (BĚHOUNEK 1929b, 22). Die Ergebnisse der Strahlungsmessungen zeigten noch keine Hinweise auf eine korpuskulare Art von Strahlung, allerdings scheint der Messfehler recht hoch gewesen zu sein (BĚHOUNEK 1927).

Die „Italia“ Expedition

Die Expedition mit dem Luftschiff „Italia“ zwei Jahre später ging vor allem auf Nobiles Initiative und die Unterstützung der italienischen Regierung zurück; trotz des vorangegangenen Zerwürfnisses des Generals mit Amundsen fand sie auch unter Beteiligung des norwegischen Aeroclubs statt. Das wissenschaftliche Programm war anspruchsvoller als bei der „Norge“ Expedition und sollte neben den Arbeiten zur Höhenstrahlung und der Lufterlektrizität zudem auch Messungen der Meerestiefe, bakteriologische Untersuchungen des Meerwassers, Versuche zur Ausbreitung von Radiowellen und geographische Beobachtungen umfassen (NOBILE 1929). Běhounek war diesmal schon auf der Fahrt zum Pol dabei; er war auf ausdrückliche Bitte Nobiles akkreditiert worden. Die Fahrt startete im April 1928 und ging zunächst über die Alpen, Tschechien und Schweden, mit Zwischenhalten in Stolp und

Vadsø. Diese Route wurde auch gewählt, um sie medienwirksam vermarkten zu können. So warfen z.B. Malmgren und Běhounek (Abb. 1) Briefe über Brünn und Stockholm ab (BĚHOUNEK 1929b, 50, 61). Zudem waren zwei Journalisten eigens für die Expedition engagiert worden. Schon auf dieser Fahrt gab es Probleme mit äußerst schlechten Wetterbedingungen, wie Gewitterstürmen und das Luftschiff wurde einige Male beschädigt. Für die eigentlichen Arktisfahrten war Běhounek erneut nicht als Teilnehmer eingeplant; die Messungen dort sollten wieder von Malmgren und dem italienischen Physiker Pontremoli durchgeführt werden. Doch auf Einladung Nobiles nahm der Physiker schließlich doch am zweiten Flug über den Pol teil (Abb. 2). Auf dem Rückflug, mehr als 30 Stunden nach dem Start, schlug die „Italia“ auf dem Eis auf und zerbrach. Einige Teilnehmer starben sofort, der Rest der Crew wurde mit dem Hauptteil des Wracks weggerissen und nie gefunden. Die Überlebenden retteten sich mit einem Teil der Ausrüstung auf das Packeis. Nachdem das Notsignal der Überlebenden entdeckt worden war, liefen internationale Rettungsaktionen an, die zu einem regelrechten Wettlauf ausarteten. Sie gestalteten sich als äußerst schwierig. Vor allem die Suche nach den Vermissten, sowie die Versuche, die Schiffbrüchigen mit Flugzeugen zu retten, führte zu vielen weiteren Unfällen (Abb. 3). Unter anderem verschwand Amundsen bei einer dieser Suchaktionen mit dem Flugzeug.



Abb. 1: Malmgren und Pontremoli mit dem Inklinometer bei magnetischen Messungen in Stolp. Quelle: NOBILE et al. (1929).

Fig. 1: Malmgren and Pontremoli preparing magnetic measurements at Stolp with the inclinometer. Source: NOBILE et al. (1929).



Abb. 2: In der Gondel der „Italia“ während des Polfluges. Im Bild Běhounek und Pontremoli. Quelle: NOBILE et al. (1929).

Fig. 2: Gondola of the „Italia“ during the flight to the Pole. Depicted are Běhounek and Pontremoli. Source: NOBILE et al. (1929).

Seine Leiche wurde nie entdeckt, wohl aber Wrackteile seiner Maschine. Die auf dem Packeis Eingeschlossenen versuchten selbst, Land zu erreichen und schickten eine Gruppe von drei Mann aus, um Hilfe zu holen; doch sie erreichten kein Land. Malmgren starb bei diesem Unterfangen, seine beiden italienischen Begleiter wurden noch rechtzeitig gefunden. Als schließlich die letzten Gestrandeten der „Italia“ fast zwei Monate später vom sowjetischen Eisbrecher „Krasin“ aufgenommen wurden, waren 17 Tote zu beklagen, nur acht davon hatten der ursprünglichen Expedition angehört (BĚHOUNEK 1929b, 259).

Trotz der akut lebensbedrohlichen Umstände nahm Běhounek während der Zeit auf der Eisscholle weitere Messungen vor, doch trotz der Bemühungen, die Aufzeichnungen fortzuführen, waren die wissenschaftlichen Ergebnisse bestenfalls dürftig. Immerhin fand er mit einem seiner Apparate einen höheren Teil der durchdringenden Strahlung, schloss jedoch fälschlich, dass dieses Ergebnis auf die meteorologischen Bedingungen zurückzuführen sei. Die Veröffentlichung aller wissenschaftlicher Resultate zusammengefasst machte lediglich etwas mehr als 100 Seiten aus, inklusive des Foto- und Kartenmaterials. Die Ergebnisse zur Höhenstrahlungsforschung machten davon nur einen Bruchteil aus. Dagegen war das mediale Echo umso größer. Mehrere Expeditionsteilnehmer veröffentlichten über ihre Erlebnisse Bücher, die mehrere Auflagen erzielten und vor allem in Italien wurden z.B. das Verhalten von Umberto Nobile – der sich auf Grund einer Verletzung nicht als letzter hatte retten lassen – kontrovers in der Öffentlichkeit diskutiert (BĚHOUNEK 1929A, BĚHOUNEK 1929B, TOMASELLI 1929).

Die Ergebnisse der „Italia“ Expedition

Die Breitengradabhängigkeit der kosmischen Strahlung blieb aufgrund der inkonklusiven Ergebnisse erstmal unbestimmt. Immerhin konnte Běhounek zumindest hinsichtlich der methodischen Frage ein Ergebnis erzielen, wenn auch ein nega-



Abb. 3: Das „Rote Zelt“ und Lundborgs Flugzeug. Das Zelt diente den Überlebenden als Unterkunft, Lundborg havarierte bei einem Rettungsflug, überlebte den Absturz jedoch. Quelle: NOBILE et al. (1929).

Fig. 3: The „red tent“ and Lundborg’s plane. The survivors used the tent as shelter, Lundborg had crashed during a rescue flight, but had survived the crash. Source: NOBILE et al. (1929).

tives. Wie schon im Falle von Flugzeugen, waren Luftschiffe für die Höhenstrahlungsforschung grundsätzlich ungeeignet (BĚHOUNEK 1929a, 48, 50): „*Leider war dieses Elektrometer gegenüber den durch die Rotation der Motore verursachten Vibrationen allzu empfindlich und trotz aller Bemühungen, es elastisch aufzuhängen, gelang die Fixation nicht soweit, um eine Genauigkeit der Ablesung zu ermöglichen.*“... „*Zum Unglück hatten die Maybach-Motore von 250 PS, mit welchen das Luftschiff ausgerüstet war, ein elektrisches Auspuffgas, wodurch bei der Rotation der Motore auch das Luftschiff eine gewisse elektrische Ladung erlangte, welche von der Geschwindigkeit der Rotation der Motore abhängig war.*“

Die missglückte Nordpol-Expedition war nicht das einzige wissenschaftlich fragwürdige Unterfangen von Physikern. In den späten 1920er und frühen 1930er Jahren gab es verschiedene hochriskante Expeditionen von Höhenstrahlungsforschern mit geringem wissenschaftlichen Nutzen und umso höherem Risiko, wie einige der Messkampagnen im Zuge des Cosmic Ray Survey (COMPTON 1933). Dies lag zum einen an den personellen Überschneidungen zwischen Abenteurern und wissenschaftlichen Expeditionsteilnehmern, aber wohl auch daran, dass die physikalische Feldforschung bereits zu dieser Zeit ein wenig anachronistisch geworden war.

ANPASSUNG ALTER METHODEN AN NEUE FORSCHUNGSTRENDS

Es wäre sicherlich vermessen zu behaupten, dass der tragische Ausgang der zweiten Luftschiff-Expedition zum Nordpol der alleinige Grund gewesen sei, warum Luftschiffe gar nicht mehr und bemannte Ballone kaum noch in der Höhenstrahlungsforschung zum Einsatz kamen, aber dennoch koinzidiert das Unglück sicherlich nicht ganz zufällig mit dem Ende einer Ära in der Strahlungsforschung. In der Folgezeit etablierten sich verschiedene neue Forschungsansätze. Vor allem solche Methoden, die nicht mehr den unmittelbaren Zugriff eines Experimentators verlangten, sondern selbstständig über einen längeren Zeitraum Daten ergaben – sei es am Boden oder in der Atmosphäre – wurden verwendet. Bestehende Messstationen, sowohl im Hochgebirge wie auch in den Polarregionen wurden ausgebaut und neue errichtet. Die stationären Messorte sicherten vor allem die Vergleichbarkeit von Langzeitmessreihen. Gleichzeitig profitierten sie von Synergieeffekten z.B. hinsichtlich der Logistik, da auch andere, wie z.B. Meteorologen, die Stationen nutzen konnten (CIRKEL-BARTELT 2013). Zudem begann die Vernetzung zwischen Forschern national wie international eine Rolle zu spielen. Comptons Cosmic Ray Survey aus dem Jahr 1932 ist ein gutes Beispiel dafür. 60 Forscher schlossen sich weltweit zusammen, um an 69 Messpunkten, die sich vom nördlichen Polarkreis bis ins südliche Neuseeland erstreckten, die Intensität der Strahlung abhängig von der geografischen Breite zu messen. Dabei nutzten sie einheitliche, extra für den Survey angefertigte Instrumente. Mit ihnen gelang, wie bereits angedeutet, der Nachweis der Breitengradabhängigkeit der Intensität der Strahlung (COMPTON 1933).

Die bestehenden Methoden und Ansätze in der Höhenstrahlungsforschung wurden den neuen Entwicklungen angepasst. Unbemannte Ballone trugen nun meist Stapel mit Fotoplatten, um hochauflösende und mehrdimensionale Bilder von Teil-

chenspuren aufnehmen zu können. Nach dem Zweiten Weltkrieg führte die große Menge von Aufnahmen in Verbindung mit der Verbesserung der Emulsionstechnik dazu, dass weitere – bis dahin unbekannte Teilchen – entdeckt wurden. Die Verlagerung der Forschungsschwerpunkte zog weitere Veränderungen nach sich. Internationale Forschungskollaborationen wurden nötig um die Kosten für Emulsionsplatten zu teilen, die Messgeräte, die aufgrund der steigenden Reichweite der Ballone nun immer weiter flogen wieder einzusammeln, aber auch um die großen Datenmengen auszuwerten. Ab den 1950er Jahren wurde die Datenübermittlung per Radio bzw. Funk üblich, so dass unbemannte Ballone und vor allem die mit ihnen beförderten Instrumente nicht mehr gesucht und eingesammelt werden müssen. Unbemannte Ballone sind für die Erforschung der kosmischen Strahlung bis heute im Gebrauch (CIRKEL-BARTELT 2013).

Während die Teilchen, die in der Höhenstrahlung gefunden wurden, zunehmend von Teilchen- und Hochenergiephysikern untersucht wurden, interessierten sich auch Astrophysiker für die kosmische Strahlung, da sie sich von ihr neue Erkenntnisse über die Vorgänge im Universum erhofften. Doch vor allem die Teilchenphysik entwickelte sich sehr erfolgreich weiter. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Beschleunigerphysik zum Goldstandard bei der Suche nach und Erforschung von neuen Teilchen und verdrängte die Höhenstrahlungsforschung fast völlig. Erst als die Frage aktuell wurde, woraus eigentlich die so genannte „Dunkle Materie“ besteht, gewann die Untersuchung von Teilchen kosmischen Ursprungs wieder Bedeutung und die verschiedenen Forschungsfelder, wie die Hochenergie-Teilchenphysik, sowie die Kosmologie, vereinten sich Ende der 1980er Jahre in der modernen Astroteilchenphysik wieder (DE RÚJULA 1987).

SCHLUSSFOLGERUNG

Wenn man ein Fazit ziehen wollte, muss man sagen, dass die Nutzung von Luftschiffen keinen nachweisbaren Mehrwert gegenüber der Verwendung von bemannten und unbemannten Ballonen in der Höhenstrahlungsforschung hatte. Dies mag vor allem daran gelegen haben, dass diese Art von Forschung schon 1928 teilweise anachronistisch war. Danach kamen jedenfalls keine Luftschiffe mehr zum Einsatz, und auch die Nutzung von Flugzeugen und bemannten Ballonen ging drastisch zurück. Messungen der Strahlung nördlich des Polarkreises konnten mittelfristig jedoch dazu beitragen, dass der Teilchencharakter der Höhenstrahlung bewiesen wurde. Das tragische Unglück der „Italia“, das in den Folgejahren zwar äußerst medienwirksam, aber letztlich nicht erfolgreich – Malmgrens genaue Todesumstände blieben geheimnisumwittert, Amundsen blieb verschwunden – aufgearbeitet wurde, bestärkte bestehende Trends in der Höhenstrahlungsforschung. Die traditionelle Feldforschung die meist eher von einzelnen Forschern oder kleinen Gruppen mit kleinen, mobilen Messinstrumenten ausgeführt worden waren, wich den größeren Forschungsoperationen, sowie stationären Experimenten und der als „Big Science“ bekannt gewordenen Physik mit großen Maschinen, wie Teilchenbeschleunigern.

Die Beteiligung von Höhenstrahlungsforschern an den Luftschiffexpeditionen in die Nordpolarregion steht damit exemplarisch dafür, wie der gescheiterte Versuch, altgediente

– ja vielleicht sogar ausgediente – Forschungsansätze in neue Formate zu retten, letztlich zu einem Umbruch und damit einer grundlegenden Erneuerung der modernen Physik geführt hat.

Die Polarregion dagegen blieb ein beliebter Ort für die Erforschung der kosmischen Strahlung, wie etwa im Fall der bereits erwähnten Messreihen in Nord-Schweden durch Corlin. Auch heute sind die Pole für die Arbeit von Astroteilchenphysikern interessant, wenn auch ganz anders als in den 1920er Jahren. Das große Neutrino-Teleskop der IceCube-Kollaboration am Südpol benutzt die gesamte Erde als Detektorschild, um die schwachen Spuren der Wechselwirkung kosmischer Neutrinos im kilometerdicken Eisschild der Antarktis nachweisen zu können (HALZEN 2016).

DANKSAGUNG

Das vorliegende Thema wurde als Vortrag gehalten anlässlich der Tagung zum 85. Jahrestag der Arktisfahrt des „Graf Zeppelin“ am 6.-7. Oktober 2016 im Zeppelin Museum, Friedrichshafen (LÜDECKE 2017). Mein Dank gilt daher nicht nur den GutachterInnen, sowie besonders Frau Cornelia Lüdecke, sondern auch allen Tagungsteilnehmern für die anregenden Diskussionen, Fragen und Hinweise.

Literatur und Quellen

- Auger, P., Maze, R. & Grivet-Meyer, T. (1938): Extensive cosmic showers in the atmosphere containing ultra-penetrating particles.- *Comptes Rendus Academie de Science (Ser.II)* 206 (1938): 1721-1722.
- Běhounek, F. (1927): Recherche sur l'électricité et la radioactivité de l'atmosphère au Spitzberg.- *J. Phys. Radium* 8: 161-181.
- Běhounek, F. (1929a): Forschungen über atmosphärische Elektrizität. Die Vorbereitungen und die wissenschaftlichen Ergebnisse der Polarexpedition der Italia.- *Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft* 205, U. Nobile (Hrsg.) Gotha: Justus Perthes Verlag, 1-98.
- Běhounek, F. (1929b): Sieben Wochen auf der Eisscholle. Der Untergang der Nobile Expedition. (10. Aufl.) Leipzig: Brockhaus, 1-263.
- Brüche, E. (1931): Wo erreichen kosmische Elektronenstrahlen die Erdoberfläche? - *Physikal. Z.* 32, 24: 31-32.
- Cirkel-Bartelt, V. (2008): History of Astroparticle Physics and its Components.- *Living Rev. Relativity*, 11: 2. [Online Article]: cited [9th June 2017], <http://www.livingreviews.org/lrr-2008-2>.
- Cirkel-Bartelt, V. (2013): Kosmische Kontroversen.- *Bochumer Univ. Verlag*, 1-380.
- Compton, A.H. (1933): A Geographic Study of Cosmic Rays.- *Physical Rev.* 43 (6): 387-403.
- Corlin, A. (1930): Messungen der Höhenstrahlungsintensität zwischen 55° und 70° nördlicher geographischer Breite (vorl. Mitt.)- *Ark. f. Mat., Astron. och Fys. Hef* 1 (B), 22 (2): 6.
- Corliss, W.R. (1971): NASA Sounding Rockets, 1958–1968: A Historical Summary.- *NASA Historical Rep. Ser. SP-4401*: 1-158.
- De Maria, M. & Russo, A. (1989): Cosmic ray romancing: The discovery of the latitude effect and the Compton-Milikan controversy.- *Hist. Studies Phys. & Biol. Sci.* 19 (2): 211-266.
- De Maria, M., Ianniello, M.G. & Russo, A. (1991): The discovery of cosmic rays: Rivalries and controversies between Europe and the United States.- *Hist. Studies Phys. & Biol. Sci.* 22 (1): 165-192.
- De Rijula, A. (ed.). (1987): *A Unified View of The Macro- and The Microcosmos*.- 1. Internat. School on Astropart. Phys., Erice (Sicily, Italy), Singapore, World Scientific Publications, 1-670.
- Gockel, A. (1911): Messungen der durchdringenden Strahlung bei Ballonfahrten.- *Physikal. Z.* 12 (14): 597-600.
- Halzen, F. (2016): High-energy neutrino astrophysics.- *Nature Phys.* 13 (3): 232-238.
- Hess, V.F. (1912): Über Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrten.- *Physikal. Z.* 13: 1084-1091.
- Kolthörster, W. (1913): Über eine Neukonstruktion des Apparates zur Messung der durchdringenden nach Wulf und die damit bisher gewonnenen Ergebnisse.- *Physikal. Z.* 14: 1066-1069.
- Launius, R.D., Fleming, J.R. & DeVorkin, D.H. (ed.) (2010): *Globalizing polar science: reconsidering the international and geophysical years*.- Palgrave MacMillan 1-386.
- Lüdecke, C. (2017): Die Erforschung der Arktis aus der Luft: 85. Jahrestag der Arktisfahrt des LZ 127 „Graf Zeppelin“.- *Polarforschung*, 86: 131-133.
- Nernst, W. (1921): *Das Weltgebäude im Lichte der Neueren Forschung*.- Berlin, Springer: 1-63.
- Nobile, U. et al. (1929): Die Vorbereitungen und die wissenschaftlichen Ergebnisse der Polarexpedition der Italia.- *Petermanns Mitteilungen Ergänzungsheft* 205, Gotha, Justus Perthes, 1-98.
- Paetzold, H.-K. et al. (1974): Erich Regener als Wegbereiter der extraterrestrischen Physik.- *Zur Geschichte der Geophysik - Festschrift zur 50jährigen Wiederkehr der Gründung der Deutschen Geophysikal. Ges.* Hrsg. H. Birett et al., Berlin, Springer, 167-188.
- Tomaselli, C. (1929): *L'inferno bianco. Racconto della spedizione Nobile*.-Milan: Unitas, 1-340.
- Wigand, A. (1921): Messungen der Ionisation und Ionenbeweglichkeit bei Luftfahrten.- *Physikal. Z.* 22 (2): 36-46.
- Wulf, T. (1910): Beobachtung über die Strahlung hoher Durchdringungsfähigkeit auf dem Eifelturm.- *Physikal. Z.* 11: 811-813